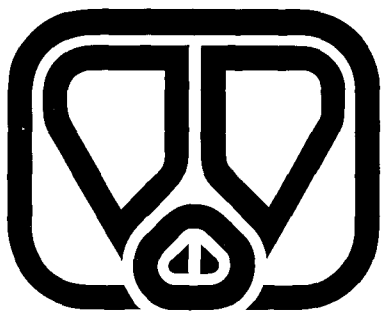


M.F. Mul
P.F.M.M. Roelofs
H.A.M. Spoolder

Perspectieven voor niet-chemische bestrijdingsmethoden tegen fruitvliegen in varkensstallen



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

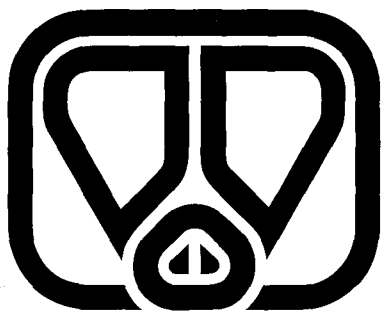
Redactie-adres
Postbus 83
5240 AB Rosmalen
tel: 073 - 528 65 55

Proefverslag nummer P 1.254

ir. M.F. Mul
ing. P.F.M.M. Roelofs
dr. ir. H.A.M. Spoolder

Perspectieven voor niet-chemische bestrijdingsmethoden tegen fruitvliegen in varkensstallen

*Options for non-chemical
techniques to combat
fruit-flies in pig buildings*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Locaties:
Proefstation voor de
Varkenshouderij
Postbus 83
5240 AB Rosmalen

Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"
Vlaamseweg 17
6029 PK Sterksel

Varkensproefbedrijf
"Noord- en Oost-Nederland"
Drosteweg 8
8101 NB Raalte

Proefverslag nummer P 1.254
december 2000
ISSN 0922 - 8586

© 2000, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	5
1	INLEIDING	6
2	FRUITVLIEGEN	7
2.1	Taxonomie	7
2.2	Morfologie	7
2.3	Ontwikkelingscyclus	8
2.3.1	Levenscyclus Drosophila	8
2.4	Voedingsbodem	10
2.4.1	Temperatuur	10
2.4.2	Vochtigheid	11
2.4.3	Licht	11
3	FRUITVLIEGEN IN EN OM STALLEN	12
3.1	Fruitvliegensoorten	12
3.1.1	Temperatuur	12
3.1.2	Licht	12
3.2	Aanwezigheid van fruitvliegen in en om de stallen	12
3.2.1	Invloed van hokinventaris	12
3.2.2	Invloed van stro	13
3.2.3	Invloed van voertype	13
3.2.4	Invloed van temperatuur	16
3.2.5	Invloed van mest	16
3.3	Gevaar voor schade	16
4	BESTRIJDING VAN FRUITVLIEGEN IN VARKENSSTALLEN	17
4.1	Chemische bestrijdingsmethoden	17
4.2	Niet-chemische bestrijdingsmethoden	17
4.2.1	Hygiënemaatregelen	18
4.2.2	Natuurlijke vijanden	18
4.2.2.1	Bacteriën	18
4.2.2.2	Schimmels	19
4.2.2.3	Mijten	19
4.2.2.4	Nematoden	19
4.2.2.5	Sluipwespen	20
4.2.2.6	Spinnen	20
4.2.2.7	Vogels	20
4.2.3	Vallen	21
4.2.3.1	Lokstoffen	21
4.2.3.2	UV-lichtvallen	21
4.2.3.3	Kleefplaten	21
4.2.3.4	Combinaties	22
4.2.4	Genetisch defecte fruitvliegen	22
5	CONCLUSIES	23
	LITERATUUR	24
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	28

SAMENVATTING

Een aantal soorten fruitvliegen zijn synantroop, wat wil zeggen dat deze dieren samenleven met de mens, tegen de wil van de mens in. Vele soorten zijn echter goed in staat om zonder de mens te leven. In de levenscyclus van de fruitvlieg is het larvenstadium door het popstadium gescheiden van het volwassenstadium. De lengte van de generatie-interval van de fruitvlieg is twee tot vijf weken. De meest optimale temperatuur voor de ontwikkeling van de fruitvlieg is rond de 26°C. Als voedingsbodem en legplaats gebruikt de fruitvlieg nat rottend materiaal, meestal voorzien van gisten en/of bacteriën. In varkensstallen komen een beperkt aantal soorten fruitvliegen voor: *Drosophila hydei*, *Drosophila funebris*, *Drosophila repleta* en *Drosophila busckii*. In dit verslag zijn enkele kenmerken van deze soorten weergegeven, zoals de ontwikkeling en voorkeur voor broedplaats. De nadruk ligt op *D. funebris* en *D. hydei*. Waarnemingen in varkensstallen op de verschillende varkensproefbedrijven geven aan dat de *D. hydei* overlast veroorzaakt bij aanwezigheid van een combinatie van water en voerresten. De schade die wordt aangericht door fruitvliegen is niet geheel bekend; naast een

bron van irritatie kunnen fruitvliegen mogelijk ook als eventuele overbrengers van dierziekten fungeren. Dit is echter niet aangetoond. Om het welzijn van de dierversorger te verbeteren en het eventueel overbrengen van (dier)ziektekiem door de fruitvlieg te beperken, kunnen chemische en niet-chemische bestrijdingsmethoden aangewend worden. Chemische bestrijding kent beperkingen op het vlak van de effectiviteit van het middel. Vaak worden de broedplaatsen van de fruitvlieg niet bereikt. Niet-chemische bestrijdingsmethoden zouden kunnen bijdragen aan het verminderen van fruitvliegenoverlast en het beperken van het gebruik van chemische middelen. In dit verslag zijn een aantal niet-chemische bestrijdingsmethoden genoemd, waaronder hygiënemaatregelen, gebruik van verscheidene natuurlijke vijanden, gebruik van vallen en het toepassen van genetisch defecte fruitvliegen. Het nemen van intensieve hygiënemaatregelen en het plaatsen van feromonenvallen kunnen mogelijk bijdragen aan het verminderen van het aantal fruitvliegen, waarbij de nadelen van het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen voorkomen worden.

SUMMARY

A number of species of the fruitfly are synanthropic, which means that they live in close proximity to humans, often without any benefit to the latter. However, many species are able to live without humans. The larval period of the fruitfly is separated from the adult stage by the pupal stage. The generation time of the fruitfly takes two to five weeks. The optimum development temperature of the fruitfly is about 26°C. Wet, fermenting (plant)materials, most with yeast and bacteria, are used as breeding site or as feeding substrate.

A limited number of different fruitflies can be seen in pig buildings. In these buildings *Drosophila hydei*, *Drosophila funebris*, *Drosophila repleta* and *Drosophila busckii* can be seen frequently. This report addresses the fruitfly characteristics, such as development and breeding site specificity. Emphasis is placed on *D. funebris* and *D. hydei*, as these are the most common in pig buildings.

Observations made in pig buildings at several pig research stations showed that *Drosophila hydei* mainly cause inconveni-

ence when there is a combination of water and spilled food.

There are no indications that fruitflies cause loss or damage to pig production. However, fruitflies may act as a source of nuisance. It has been suggested that fruitflies act as potential transmitters of animal diseases, which has not been scientifically demonstrated, however.

For a better welfare of the farm workers and for minimising transmission of diseases by fruitflies, chemical and non-chemical control methods may be used. Chemical control methods show some restrictions on effectiveness. Pesticides do not get into contact with the breeding site of the fruitfly. Non-chemical control methods may help reduce the nuisance caused by fruitflies. This report lists a number of non-chemical control methods, such as hygiene measures, use of natural enemies, baits and applying genetic control methods. Applying good hygiene measures as well as placing pheromone baits may contribute to a decrease in the number of fruitflies, without the disadvantages associated with the use of chemical control methods.

1 INLEIDING

In 1997 is door het Praktijkonderzoek Varkenshouderij onderzoek gedaan naar verschillende (niet-) chemische bestrijdingsmethoden tegen de huisvlieg (*Musca domestica*) in varkensstallen.

De gebruikte bestrijdingsmethoden blijken onvoldoende effectief te zijn tegen fruitvliegen (*Drosophila spp.*) (Roelofs et al., 1998). Overlast van fruitvliegen is voornamelijk een kwestie van irritatie (Roelofs et al., 1998; Meats (persoonlijke mededeling)¹).

Onduidelijk is of fruitvliegen schade veroorzaken (Bollow, 1958; Goddeeris (persoonlijke mededeling)² en Hendriks (persoonlijke mededeling)³). Het is echter niet ondenkbaar dat fruitvliegen als vector van varkensziekten kunnen fungeren (Harwood en James, 1979; Bram, 1978; Harrington en Axtell, 1994).

Vooraf grote aantallen fruitvliegen zorgen voor irritatie bij de varkenshouder. Fruitvliegen vliegen tegen het gezicht, dringen de neus en de mond binnen en komen onder de kleding van de diervorzorger (Ribbeck et al., 1987). Voor de bestrijding van fruitvliegen wordt vooralsnog vaak teruggegrepen naar chemische middelen. Chemische bestrijding is vaak eenvoudig en snel, maar er kleven ook nadelen aan. Zo kunnen vliegen resistent worden tegen chemicaliën, staan varkenshouders regelmatig bloot aan de middelen en kunnen chemische middelen

op jaarbasis duur zijn (De Deken, 1982; Roelofs et al., 1998). Daarbij is chemische bestrijding vaak niet brongericht en kortdurend van werking. Niet-chemische bestrijdingsmethoden tegen fruitvliegen zijn dan ook gewenst.

Vanuit het Ministerie van Landbouw wordt het gebruik van niet-chemische bestrijdingsmethoden gestimuleerd.

Niet-chemische bestrijdingsmethoden voorkomen met behulp van natuurlijke vijanden, feromonen, lokdozen, genetisch defecte fruitvliegen et cetera het voortplanten van de fruitvliegen zoveel mogelijk. Het uiteindelijke aantal fruitvliegen zal daardoor afnemen. Ideeën omtrent de niet-chemische bestrijding van fruitvliegen zijn nog niet eerder op een rijtje gezet.

Dit proefverslag gaat in op de levenswijze, de ontwikkelingscyclus en het veterinaire risico van de fruitvlieg. Om tot een oplossing voor de overlast van fruitvliegen in varkensstallen te komen worden de mogelijke alternatieven voor chemische bestrijding geïnventariseerd en besproken. Uiteindelijk wordt er op basis van de beschikbare informatie een advies opgesteld richting varkenshouder ten aanzien van de bestrijding van fruitvliegen op niet-chemische wijze.

¹ Dr. Meats is onderzoeksdirecteur van het Fruitfly research centre, Universiteit van Sydney, Australië.

² Dr. B. Goddeeris is werkzaam voor de Katholieke Universiteit Leuven op het laboratorium voor fysiologie en immunologie der huisdieren.

³ Dr. W.M.L. Hendriks is werkzaam voor de faculteit diergeneeskunde van de Rijksuniversiteit te Utrecht, afdeling Parasitologie.

2 FRUITVLIEGEN

In dit hoofdstuk worden de taxonomie, de morfologie, de ontwikkelingscyclus en de optimale voedingsbodem van de fruitvlieg besproken. De meeste paragrafen worden verduidelijkt aan de hand van de fruitvliegsoorten in het algemeen (*Drosophila spp.*), de ontwikkelingscyclus daarentegen wordt uitgelegd aan de hand van de soort waarvan het meest bekend is, *Drosophila melanogaster*. Met behulp van het begrip van onder andere de levenscyclus kan de toepasbaarheid van niet-chemische bestrijdingsmiddelen beter worden beoordeeld.

Een aantal soorten van de fruitvlieg (onder andere *Drosophila melanogaster*) zijn synantroop: meestal leven deze dieren samen met de mens, tegen de wil van de mens in. Deze soorten fruitvliegen zijn doorgaans te vinden in de nabijheid van de woonomgeving van de mens. Doordat een aantal soorten van de fruitvlieg in de directe omgeving van de mens verblijft, hebben fruitvliegen zich over een groot gedeelte van het aardoppervlak verspreid (Greenberg, 1973). De meest voorkomende fruitvliegen in varkensstallen zijn *Drosophila hydei* en *Drosophila funebris* (Kühlhorn, 1964).

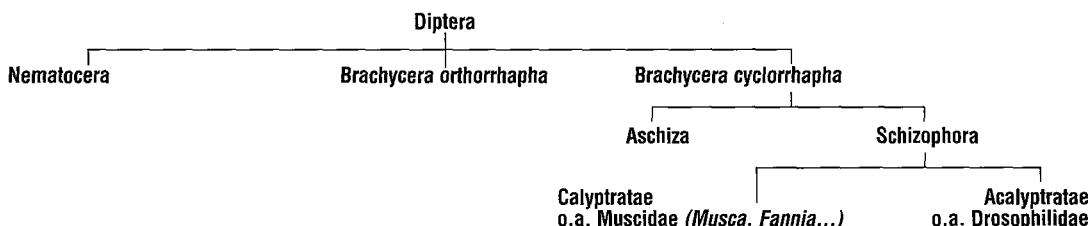
2.1 Taxonomie

De *Drosophilidae* (fruitvliegen) behoren net als ongeveer 10.000 andere soorten insecten tot de orde Diptera (tweevleugeligen of vliegen en muggen), waartoe 120 verschillende families behoren. De orde Diptera is onder te verdelen in drie onderorden. De onderorde Brachycera cyclorrhapha bevat, in tegenstelling tot de twee andere onderorden, larven met hele kleine morfologische verschillen. Eén van de twee series die behoren tot de cyclorrhapha is de Schizophora. De serie Schizophora bevat twee secties. De sectie Calyptratae bevat onder andere de huisvlieg (*Musca domestica*), de aasvlieg (*Sarcophaga spp.*), de vleesvlieg, de paardenvlieg en de horzel. De sectie Acalyptratae bevat onder andere de superfamilie *Drosophilidae* (Wheeler, 1981). In figuur 1 is de taxonomie van de fruitvlieg schematisch weergegeven.

ten tot de orde Diptera (tweevleugeligen of vliegen en muggen), waartoe 120 verschillende families behoren. De orde Diptera is onder te verdelen in drie onderorden. De onderorde Brachycera cyclorrhapha bevat, in tegenstelling tot de twee andere onderorden, larven met hele kleine morfologische verschillen. Eén van de twee series die behoren tot de cyclorrhapha is de Schizophora. De serie Schizophora bevat twee secties. De sectie Calyptratae bevat onder andere de huisvlieg (*Musca domestica*), de aasvlieg (*Sarcophaga spp.*), de vleesvlieg, de paardenvlieg en de horzel. De sectie Acalyptratae bevat onder andere de superfamilie *Drosophilidae* (Wheeler, 1981). In figuur 1 is de taxonomie van de fruitvlieg schematisch weergegeven.

2.2 Morfologie

Gemiddeld is een fruitvlieg (*Drosophila spp.*) tussen de 2 en 3,5 mm lang, maar dit kan variëren van 1 tot 8 mm. (zie figuur 2, 3 en 4, naar Bollow, 1958 en Shorrocks, 1972). De lichaamskleuren kunnen variëren van geel, geelbruin naar donkerbruin tot zwart. Op de rug is de kleur vaak donkerder dan op de buik. De meeste fruitvliegen hebben heldere vleugels, al kunnen de vleugels ook bepaalde patronen hebben. De mannelijke fruitvliegen zijn meestal kleiner dan de vrouwelijke.



Diptera : Tweevleugeligen of vliegen en muggen

Nematocera : Muggen

Brachycera orthorrhapha : Vlieg waarvan de pop langs een rechte naad openspringt

Brachycera cyclorrhapha : Vlieg waarvan de pop langs een ringvormige naad openspringt

Figuur 1: Taxonomie van de fruitvlieg

De verschillende soorten fruitvliegen kunnen onderscheiden worden door het kleurpatroon op het achterste lichaamsdeel, de vorm van de geslachtsdelen, de lichaamsgrootte en de verdeling van en de aantallen borstelharen.

2.3 Ontwikkelingscyclus

De leden van het geslacht *Drosophila*, waar alle fruitvliegen toe behoren, zijn holometabool. Dit betekent dat het larvenstadium door het popstadium is gescheiden van het volwassen stadium. Gedurende het popstadium verandert de larve in een volwassen vlieg (Ransom, 1982).

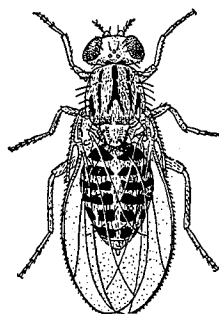
2.3.1 Levenscyclus *Drosophila*

In varkensstallen komen meerdere soorten *Drosophila* voor. De ontwikkeling van iedere specifieke soort fruitvlieg wordt gekenmerkt door andere tijden en aantallen en is niet van alle soorten bekend.

De ontwikkeling van de meest algemene soort, *Drosophila melanogaster*, is hierna vermeld. De vermelde tijd en aantallen zijn van toepassing op deze soort bij 25°C onder laboratoriumomstandigheden (zie tabel 1, tijdschema van de ontwikkeling van *D. melanogaster* onder laboratoriumomstandigheden).

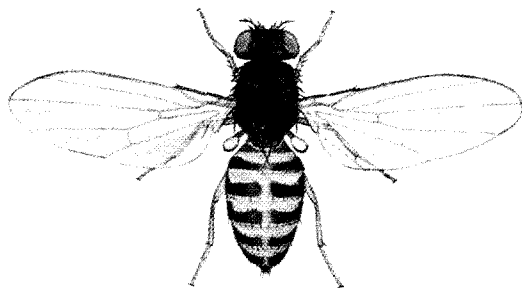
Hoofdstuk 3 gaat in op de verschillen tussen de in varkensstallen voorkomende soorten fruitvliegen.

Het ei van *Drosophila melanogaster* is ongeveer 0,5 mm lang en ovaal van vorm. De eieren worden door het vrouwtje op het oppervlak van een voedingsbodem gelegd. Het bevruchte ei ontwikkelt zich tot een embryo. Bij 25°C breekt het ei ongeveer 22 uur na het leggen open. De gevormde larf komt tevoorschijn en verplaatst zich in het derde larvestadium vervolgens onder het oppervlak van de voedingsbodem. De larf ondergaat drie stadia. Elk stadium is gescheiden door een vervelstadium. De eerste vervelling vindt plaats na circa 46 uur vanaf het moment van het leggen van het ei. De tweede vervelling vindt plaats na 70 uur. Gedurende het larvale stadium groeit de larf



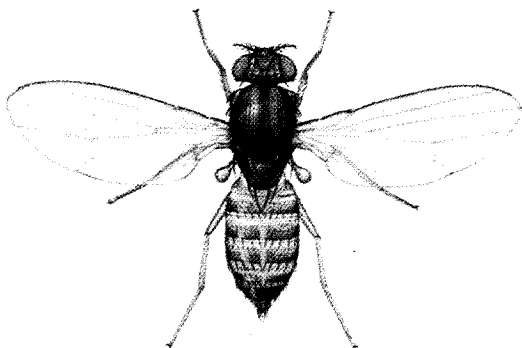
Figuur 2: *Drosophila buskii*

Bron: Bollow, 1958



Figuur 3: *Drosophila hydei*

Bron: Shorrocks, 1972



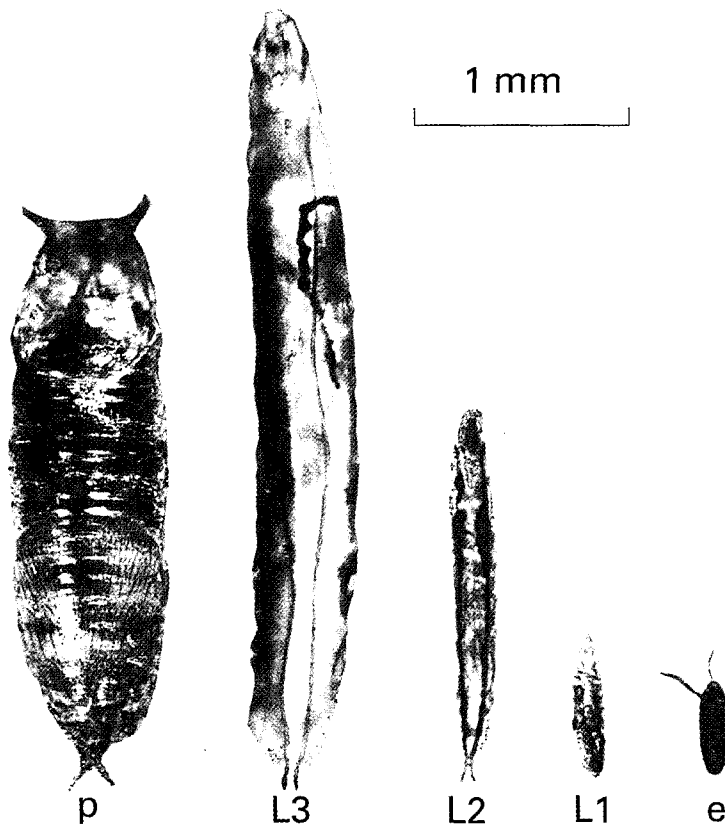
Figuur 4: *Drosophila funebris*

Bron: Shorrocks, 1972

Tabel 1: Tijdschema van de ontwikkeling van *D. melanogaster* onder laboratoriumomstandigheden

Uren	Dagen	Stadium van ontwikkeling
0	0	Bevruchting en samensmelten van pro-nucleus
18		Larvale differentiatie bijna compleet
24	1	Uitkomen uit ei. Eerste larvale stadium
48	2	Tweede larvale stadium
72	3	Derde larvale stadium
120	5	Formeren van pop
122		Pop wordt donkerder
132		Pop
216 -240	9 - 20	Volwassen vlieg komt uit pop
	10 - 12	Seksueel volwassen

(naar Ransom, 1982)



Figuur 5: Van links naar rechts achtereenvolgens pop, derde stadium larf, tweede stadium larf, eerste stadium larf en ei van *Drosophila melanogaster*
Bron: Ransom, 1982

van 0,5 mm naar 4,5 mm. Aan het eind van het larvale stadium kruipt de larf uit de voedingsbodem omhoog en verandert van vorm. De larf vormt zich vervolgens om tot een pop (120 uur na de bevruchting van het ei). Ongeveer 12 uur nadat de pop voltooid is, begint de fruitvlieg zich tot volwassen fruitvlieg te vormen. Ongeveer 220 uur na het leggen van het ei kruipt de fruitvlieg uit de pop en droogt zich aan de lucht (Ransom, 1982; Roberts, 1986).

Een volwassen *D. melanogaster* kan onder de juiste omstandigheden een leeftijd bereiken van meer dan 50 dagen (Lamb, 1979).

In figuur 5 zijn de vorm en grootte van de verschillende ontwikkelingsstadia weergegeven (naar Ransom, 1982).

De vrouwelijke fruitvliegjes worden vruchtbaar op dag één of twee van het volwassen stadium. De mannetjes zijn volledig seksueel volwassen na de eerste 12 uur als volwassen fruitvlieg. (Ashburner en Thompson, 1978). Tussen dag 4 en dag 15 van het volwassen leven legt een vrouwtje het grootste aantal eieren. Gedurende deze periode kan een vrouwtje tot wel 100 eieren per dag produceren. Gedurende haar gehele leven kan een vrouwtje maximaal 3.000 eieren leggen. Gemiddeld leggen vrouwtjes 700 - 1.000 eieren. De eiproduktie neemt af na 15 tot 20 dagen. De vruchtbaarheid van de vrouwtjes is afhankelijk van de omgevingsomstandigheden zoals temperatuur, vliegduur, hoeveelheid beschikbaar voedsel en het aantal beschikbare ei-legplaatsen (Ashburner en Thompson, 1978).

2.4 Voedingsbodem

Iedere *Drosophila*soort heeft haar eigen vereisten voor een succesvolle kweek. Zo moeten de larven van *D. hydei* de mogelijkheid hebben om in het voedsel door te dringen (Hess, 1976). De larven van de fruitvlieg hebben voorkeur voor verschillende voedingsbodems; sommige fruitvliegenlarven kunnen overleven op voedingsbodems met

daarin bacteriën, andere overleven op voedingsbodems met fermenterende gisten en weer andere op niet fermenterende gisten (B. Wertheim, persoonlijke mededeling)⁴. Rottend fruit en voer zijn gistleveranciers. Ook worden eieren van enkele *Drosophila* spp. in de mest gelegd, waarbij de mest aantrekkelijk wordt door de aanwezigheid van bacteriën. Volgens Boers (1996) vindt er minder eileg plaats bij afwezigheid van gist. De eieren worden het liefst in een dun laagje gist gelegd.

De mate van schimmelgroei (Hess, 1976), virussen en bepaalde voedselbronnen (Hodge et al., 1996) kunnen een negatief effect hebben op de larvale ontwikkeling van *Drosophila* spp.

De invloed van de zuurtegraad in de vrije natuur is minder groot dan die van de zuurtegraad onder laboratoriumomstandigheden, waarbij een pH < 3 larvale sterfte tot gevolg heeft (Hodge et al., 1996). Tekorten aan water (Arthur, 1986 en Hodge, 1995 (bewerkt door Hodge et al., 1996)), "verkeerde" voedselsamenstelling en goede reinheid (Atkinson, 1981 en Hodge, 1995 (bewerkt door Hodge et al., 1996)) hebben onder natuurlijke omstandigheden een belangrijkere (negatieve) invloed op de larvale overlevingskans dan de zuurtegraad van de voedingsbodem.

2.4.1 Temperatuur

De optimale temperatuur, waarbij de verschillende soorten fruitvliegen het beste gedijen, is ongeveer 26°C. Bij temperaturen boven de 38°C treedt er bij insecten, waaronder fruitvliegen, zogenaamde "warmteverstijving" op. De insecten kunnen weer uit deze verstijving komen als de warmte niet te lang duurt. Bij hogere temperaturen gaan ze dood (Wibaut-Isebree Moens en Stork, 1935). In tabel 2 is weergegeven wat de invloed van de temperatuur is op de ontwikkelingstijden (weergegeven in uren) van *Drosophila melanogaster* (naar Roberts, 1986).

De levensverwachting van een volwassen fruitvlieg is waarschijnlijk afhankelijk van de temperatuur; hoe hoger de temperatuur

⁴ Drs. B. Wertheim is werkzaam voor het laboratorium voor Entomologie van Wageningen Universiteit.

Tabel 2: Invloed van de temperatuur op de ontwikkelingstijden (weergegeven in uren) van *Drosophila melanogaster*

Ontwikkelingsfase	18,5°C	25°C	29°C
Larv komt uit het ei	41	21	20
Verpoppen	234	118	110
Volwassen vlieg	440	221	190

(naar Roberts, 1986)

boven de 28°C, hoe korter de gemiddelde levensverwachting van de fruitvlieg (Lamb, 1979).

2.4.2 Vochtigheid

Oudere vliegen van de soort *D. melanogaster* hebben een natuurlijke voorkeur voor een hogere relatieve luchtvochtigheid dan jonge vliegen (Lamb, 1979). Fairbank en Burch (1970) vermoeden dat dit het gevolg is van het moeilijker kunnen sluiten van de spirakels (ademhalingsopening). Door het sluiten van de spirakels wordt verlies van vocht voorkomen.

kels (ademhalingsopening). Door het sluiten van de spirakels wordt verlies van vocht voorkomen.

2.4.3 Licht

Volgens Yerrington en Warner (1961) verblijft *D. melanogaster* op schaduwrijke, koele plaatsen. De fruitvlieg zal proberen het licht te ontwijken. De levensverwachting van de fruitvlieg is niet afhankelijk van de hoeveelheid licht per dag (Allemand et al., 1973).

3 FRUITVLIEGEN IN EN OM STALLEN

Dit hoofdstuk gaat in op de levenswijze en schadelijkheid van de in en om de varkensstallen voorkomende soorten fruitvliegen.

3.1 Fruitvliegensoorten

Drosophila melanogaster is de fruitvlieg waarvan in de literatuur het meest bekend is. In varkensstallen is deze soort *Drosophila* nog niet gevonden. Het klimaat, het voedsel en andere omgevingsfactoren dragen er zorg voor dat andere *Drosophilasoorten* in varkensstallen voorkomen. Door hun specifieke eigenschappen komen daar juist *Drosophila repleta* (Kühlhorn, 1964; Papp, 1974; Ribbeck, 1987; Harrington en Axtel, 1994), *Drosophila funebris* (Kühlhorn, 1964), *Drosophila busckii* (Burla, 1951; Künast, 1981b) en *Drosophila hydei* (Kühlhorn, 1964) voor. Volgens Kühlhorn (1964) komt *D. funebris* het meest voor in varkensstallen. In de stallen van de varkensproefbedrijven te Rosmalen, Raalte en Sterksel komt *D. hydei* voor (Van Alphen, persoonlijke mededeling)⁵. In tabel 3 op pagina 14 en 15 zijn enkele belangrijke verschillen weergegeven. *D. hydei*, *D. funebris* en *D. busckii* worden vergeleken met *D. melanogaster* omdat van deze soort veel bekend is. In hoofdstuk 2 is ingegaan op de levenscyclus van *D. melanogaster*.

3.1.1 Temperatuur

De optimale kweektemperatuur van *Drosophila hydei* is ongeveer 24°C. Bij deze temperatuur is de generatietijd van *D. hydei* veertien dagen. De generatietijd wordt langer bij lagere temperaturen. Bij temperaturen boven 27°C worden de mannetjes van *D. hydei* onvruchtbaar (Hess, 1976).

3.1.2 Licht

Larven van *D. hydei* geven in tegenstelling

tot *D. funebris* (een andere in de stallen voorkomende soort) de voorkeur aan een bepaalde lichtintensiteit gedurende het larvale stadium. De jonge larven van *D. hydei* geven de voorkeur aan een donkere omgeving. Naarmate ze ouder worden gaat de voorkeur meer uit naar een lichtere omgeving (Godoy-Herrera et al., 1994).

3.2 Aanwezigheid van fruitvliegen in en om de stallen

Gedurende de maanden april tot en met september 1999 zijn op het Praktijkcentrum Raalte, op het Regionaal Varkensproefbedrijf te Sterksel en op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen een aantal waarnemingen uitgevoerd om te kunnen inschatten waar fruitvliegen voorkomen en in welke mate ze voorkomen. Het betrof hier geen gestructureerde proefopzet, maar incidentele waarnemingen die als zodanig geïnterpreteerd moeten worden.

In de stallen van de hierboven genoemde proefbedrijven is alleen *Drosophila hydei* waargenomen. Omdat andere *Drosophilasoorten* andere eigenschappen hebben, kunnen de indrukken van de waarnemingen niet toepasbaar zijn op varkensbedrijven waar andere *Drosophilasoorten* aanwezig zijn.

3.2.1 Invloed van hokinventaris

Uit de waarnemingen blijkt dat de invloed van de hokinventaris op het voorkomen van *Drosophila hydei* groot is. Hokken waarin gemorst voer achter kan blijven zijn al snel een broedplaats voor fruitvliegen. Veelal kunnen er larven, eieren en poppen gevonden worden in kieren waarin gemorst voer achterblijft. De larven vinden hier een uitste-

⁵ Prof. Dr. J.J.M. van Alphen is sectiehoofd Dierenecologie bij het Instituut voor Evolutionaire en Ecologische Wetenschappen, Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen, Rijksuniversiteit Leiden.

kende voedingsbodem; het is er donker, bestrijdingsmiddelen bereiken deze plaatsen niet en de voedingsbodem wordt keer op keer aangevuld met vers voer. Voerautomaten kunnen moeilijk schoongemaakt worden. De varkenshouder is voorzichtig met het schoonmaken van elektronica met water en hoge druk. Daardoor kunnen de meest ideale broedplaatsen niet goed gereinigd worden, waardoor *D. hydei* en *D. funebris* zich ongehinderd kunnen vermenvuldigen.

Ook kunnen lekkende leidingen aanleiding geven tot fruitvliegenoverlast. Het droge voer wordt vochtig door lekkend water dat erop terecht komt en vormt zo een ideale broedplaats voor de fruitvlieg. Wanneer deze plekken met gemorst voer niet worden schoongemaakt, kan het aantal fruitvliegen binnen een aantal weken zeer groot zijn en kan een werkelijke fruitvliegenplaag ontstaan.

3.2.2 Invloed van stro

Vliegensoorten worden op een passieve manier via voer en eventueel strooisel binnen de stallen gebracht. Ook die vliegensoorten die in de stal niet kunnen overleven, kunnen op deze manier in de stal worden gehaald (Kühlhorn, 1964). Nat stro(oisel) is een geschikte broedplaats voor een aantal vliegensoorten. Het wekelijks verwijderen van stro zou een (fruit)vliegenprobleem kunnen voorkomen, wanneer daarnaast ook andere hygiënemaatregelen worden genomen (Campbell et al., 1989).

Afgaand op visuele beoordelingen van de hoeveelheid aanwezige fruitvliegen (geen, een aantal, veel of heel veel fruitvliegen) zijn er meer fruitvliegen (*D. hydei*) in vleesvarkensafdelingen met stro dan in vleesvarkensafdelingen zonder stro. Bij vleesvarkensafdelingen met stro kan het gemorste voer in het stro terecht komen. Door het stro droogt de vloer minder snel en kan deze plek op de vloer in het stro een broedplaats voor fruitvliegen worden. Het verwijderen van mest en gemorst voer bij aanwezigheid van de dieren is in afdelingen met stro moeilijker dan in afdelingen zonder stro. Afdelingen zonder stro zijn gemakkelijker schoon te houden, waardoor ze een minder ideale

broedplaats zijn voor fruitvliegen.

Het aantal aanwezige fruitvliegen (*D. hydei*) tijdens de waarnemingen in kraamafdelingen met stro gedurende een warme periode was niet veel groter dan het aantal fruitvliegen in kraamstallen zonder stro in diezelfde warme periode. Een mogelijke verklaring daarvoor is dat de fruitvliegen zich meer in het stro kunnen verschuilen, waardoor het aantal niet duidelijk zichtbaar is. Kraamafdelingen met stro vrijmaken van broedplaatsen is moeilijker dan kraamafdelingen zonder stro vrijmaken. Grotere aantallen fruitvliegen kunnen voorkomen worden door de inventaris zo goed mogelijk schoon te houden, waardoor ten minste enkele broedplaatsen weggenomen worden.

3.2.3 Invloed van voertype

Aanvankelijk werd aangenomen dat in stallen waar brijvoer verstrekt wordt, meer fruitvliegen zouden voorkomen. Ook de literatuur geeft aan dat *Drosophilasoorten* vaker voorkomen in stallen waar gesileerd voer, melk en brijachtig voer verstrekt worden (Kühlhorn, 1964). Droogvoer zou een minder geschikte voedingsbodem zijn voor fruitvliegen. Tegenwoordig worden veel varkens gevoerd via brijvoerbakken en mengt het merendeel van de varkens het droogvoer zelf met water. Hierdoor wordt een uitstekende plaats gecreëerd voor fermentatie, zodat fruitvliegenlarven hun voedsel krijgen. Het voorkomen van fruitvliegenplagen bij voerstations kan waarschijnlijk beperkt worden door geen water in het voerstation te verstrekken.

In afdelingen van het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland", waar brijvoer aan de varkens wordt verstrekt, is het aantal fruitvliegen (*D. hydei*) miniem. Het kleine aantal fruitvliegen in deze afdelingen is voornamelijk te verklaren door de gemakkelijk schoon te maken en niet beschadigde inventaris. In de afdelingen waar hout aangestast is, zijn fruitvliegen aanwezig. Gemorst brijvoer kan op deze plaatsen in het hout dringen. Het hout is daardoor een broedplaats voor fruitvliegen.

Of het aanpassen van voer, waardoor de fermentatie minder snel in gang gezet wordt zodra het voer in aanraking komt met water,

Tabel 3: Verschillen tussen *D. melanogaster*, *D. hydei*, *D. funebris* en *D. busckii*

Eigenschap	<i>D. melanogaster</i>	<i>D. hydei</i>	<i>D. funebris</i>	<i>D. busckii</i>
Generatietijd in laboratorium bij 20°C (Parsons en Stanley, 1981)	2 weken	4 weken	4 weken	2,5 weken
Lengte van de vlieg	2 mm (Bollow, 1958)	4 mm (Hess, 1976)	3 - 4,5 mm (Wibaut-Isebree Moens en Stork, 1935)	2 mm (Bollow, 1958)
Lengte van de larven aan het eind van het derde stadium	3 mm (Bollow, 1959)		8 mm (Wibaut-Isebree Moens en Stork, 1935)	3 mm (Bollow, 1958)
Vindplaats van de pop	In tonnetje op of in de buurt van de voedingsbodem (Bollow, 1958)	In tonnetje op of in de buurt van de voedingsbodem (persoonlijke mededeling Van Alphen)	In de buurt van de voedingsstoffen (Wibaut-Isebree Moens en Stork, 1935)	In tonnetje op of in de buurt van de voedingsbodem (Bollow, 1958)
Plaats van voorkomen	Komt in de gehele wereld voor (Patterson en Stone, 1952)	Komt in de gehele wereld voor (Shorrock, 1972)	Komt in de gehele wereld voor (Patterson en Stone, 1952)	Komt in de gehele wereld voor (Patterson en Stone, 1952)
Mogelijke broedplaatsen	In huizen in kelders, bij fruit (Wheeler, 1971) In boomgaarden (persoonlijke mededeling Van Alphen)	Rottend plantenmateriaal (Shorrock, 1972)	Mest, beerputten en humane faeces (rottend plantenmateriaal) (Janssen et al., 1988)	Groente (specialist) (Atkinson, 1979) Rottend plantenmateriaal (persoonlijke mededeling Van Alphen)

Eigenschap	<i>D. melanogaster</i>	<i>D. hydei</i>	<i>D. funebris</i>	<i>D. busckii</i>
Aantrekkelijke geur	Fruit, azijn et cetera (Wheeler, 1971) Bier en wijn (persoonlijke mededeling Van Alphen)	Bier en wijn (Wheeler, 1971) Typische boerderijlucht (Shorrocks, 1972)	Groente, vooral aardappelen (Wheeler, 1971) Zuivere suiker, suikerhoudende verbindingen, karnemelk, sterk ruikende kazen en vooral lichte maltextracten (Künast en Künast, 1986) Rottend plantenmateriaal (persoonlijke mededeling Van Alphen)	Groente, vooral rottende uien en aardappelen (Wheeler, 1971)
Aantal te produceren eieren	700 - 1000 (Ashburner en Thompson, 1978)	400 - 500 (Ashburner en Thompson, 1978)		

een vermindering van fruitvliegen tot gevolg heeft, is niet bekend. Mogelijk wordt het voer dan ook minder aantrekkelijk voor de varkens.

3.2.4 Invloed van temperatuur

Bij hogere temperaturen zijn meer fruitvliegen aanwezig doordat de levenscyclus van de fruitvlieg dan korter is. De generaties volgen, bij voldoende voedselaanbod, elkaar sneller op waardoor het aantal fruitvliegen sterk toeneemt. Daarnaast kan het gedrag van de varkens zelf het aantal broedplaatjes doen toenemen, doordat de varkens gedurende de warme perioden gebruik maken van de waternippels om te koelen maar ook meer water vermorsen. Ideale broedplaatjes voor de fruitvliegen ontstaan wanneer het gemorste water op voer terecht komt.

3.2.5 Invloed van mest

In de afdelingen van de verschillende proefbedrijven lijken de fruitvliegen (*D. hydei*) de eieren niet in de mest te leggen. De hier aanwezige fruitvliegen worden alleen rondom de voerbakken en op de voergang, waar ze rusten, waargenomen. Eerder onderzoek in varkensstallen wees uit dat volwassen *D. funebris* en *D. busckii* uit varkensmest gekweekt kunnen worden (Van der Burgt, 1996).

3.3 Gevaar voor schade

De fruitvlieg berokkent waarschijnlijk weinig directe of indirecte schade. Bollow (1958) geeft aan dat overlast en onrust direct door fruitvliegen veroorzaakt kunnen worden. De diervverzorgers kunnen de kleine fruitvliegen die in stallen voorkomen inademen, wat hoesten tot gevolg kan hebben. Ook vliegen deze fruitvliegen tegen het gezicht en in de kleding van de diervverzorgers (Ribbeck et al., 1987). Volgens Künast (1981b) zijn fruitvliegen vooral lastig. Goddeeris (persoonlijke mededeling) en Hendriks (persoonlijke mededeling) achten de fruitvlieg van weinig betekenis bij het

overdragen van ziekten. Volgens hen lijkt het vergezocht om te verwachten dat fruitvliegen pathogenen kunnen overbrengen. De fruitvliegen leggen korte afstanden af en nemen geen secreten op. Daarbij rusten de fruitvliegen voornamelijk op de wand en niet op het dier (Künast, 1981b). Ook Kühlehorn (1964) betwijfelt of de *Drosophila* als daadwerkelijke overdrager van verschillende ziekten kan fungeren. Anderen (Harwood en James, 1979; Bram, 1978; Harrington en Axtell, 1994) sluiten niet uit dat er een kans bestaat dat fruitvliegen mechanische verspreiders van pathogenen kunnen zijn. De maximaal gemeten afstand afgelegd door een *Drosophila* is ongeveer 7 km in het open veld (Yerrington en Warner, 1961). Het is dan ook niet ondenkbaar dat de fruitvlieg pathogenen naar verschillende bedrijven kunnen overbrengen. Wel moet gemeld worden dat fruitvliegen wind en regen zoveel mogelijk mijden, waardoor ze eerder in de buurt van de stal blijven dan dat ze grote afstanden afleggen. Welke pathogenen door fruitvliegen verspreid kunnen worden is niet bekend.

De literatuur kent vele tegenstrijdigheden voor wat betreft het overbrengen van humane ziekten. Volgens Wibaut-Isebreë Moens en Stork (1935) en Bollow (1958) kan de fruitvlieg indirect tyfus overbrengen. Ook worden *Drosophilasoorten* ervan verdacht om intestinale myiasis (aanwezigheid van vliegenlarven in de darmen) te veroorzaken. De larven worden met het voedsel opgenomen en kunnen daardoor gevonden worden bij gevallen van intestinale myiasis. Ewing (1962) vermeldt dat een uitbraak van *Escherichia coli* bij kinderen in een ziekenhuis werd overgebracht door *Drosophila* spp. Volgens Weyer en Zumpt (1952) is het echter zeker dat deze vliegjes niet schadelijk zijn en dat ook de darm- en maagwand niet aangetast zal worden. Ook Kühlehorn (1964) betwijfelt of de *Drosophila* als daadwerkelijke overdrager van verschillende ziekten kan fungeren.

4 BESTRIJDING VAN FRUITVLIEGEN IN VARKENSSTALLEN

Fruitvliegen die in stallen voorkomen blijven voornamelijk een bron van ergernis en beïnvloeden de arbeidsomstandigheden van diervverzorgers nadelig. Daarnaast bestaat het risico van dierziekte-overdracht door fruitvliegen. Om deze redenen zal geprobeerd worden fruitvliegen in varkensstallen te bestrijden. Het grote reproductieve vermogen bemoeilijkt de bestrijding van fruitvliegen. Ook de verschillende verdedigingsmechanismen, zoals het versneld kunnen verpoppen en het dieper wegcruipen in het substraat, en de snelle opbouw van resistentie tegen chemische bestrijdingsmiddelen maken de bestrijding van fruitvliegen tot een lastige opgave.

In dit hoofdstuk worden de verschillende chemische en niet-chemische bestrijdingsmethoden toegelicht en indien mogelijk beoordeeld op mogelijke effectiviteit in varkensstallen.

4.1 Chemische bestrijdingsmethoden

Er is een scala aan chemische bestrijdingsmiddelen. Klassieke insecticiden doden via een spuitmiddel of maaggift volwassen fruitvliegen, die waarschijnlijk reeds bevruchte eieren op substraten hebben gelegd. De bestrijding met behulp van deze middelen heeft zijn werking totdat de volgende generatie vliegen uit de poppen komt. Frequente bestrijding van volwassen vliegen met een enkel type bestrijdingsmiddel werkt resistentie in de hand.

Insectengroei-regulatoren zijn bestrijdingsmiddelen die de larvale ontwikkeling belemmeren of verminderen. Het effect van deze middelen is pas na enkele weken zichtbaar. De effectiviteit van het middel is afhankelijk van de fase waarop het middel ingrijpt en de frequentie waarmee het middel wordt toegediend.

Een ander type chemische insectendoder is de *insectenva*. Volgens Campbell et al. (1989) kunnen insectenvallen het aantal vliegen verminderen, maar niet zorgen voor algehele controle van de overlast. Op dit moment zijn slechts enkele producten toegelaten in stallen. Een aantal van die toe-

gelaten producten heeft als nadeel dat tijdens de behandeling geen mensen en huisdieren aanwezig mogen zijn en/of dat het aanwezige voer tijdens de behandeling verpakt of afgedekt zal moeten zijn. Deze middelen hebben vaak alleen hun werking op volwassen vliegen; de larven kunnen zich dus verder ontwikkelen tot volwassen vliegen die zich weer vermeerderen. De insecticiden die ingrijpen op de ontwikkeling van de larven mogen vaak niet in of bij het voer van de varkens toegepast worden. De verblijfplaats van de larven kan daardoor vaak niet bereikt worden.

Meer informatie over de te gebruiken bestrijdingsmiddelen is te vinden op de website van het College voor de Toelating van Bestrijdingsmiddelen (CTB) (www.bib.wau.nl/ctb) of bij uw bestrijdingsmiddelenleverancier.

4.2 Niet-chemische bestrijdingsmethoden

De omvang van het fruitvliegenprobleem in een afdeling is onder andere afhankelijk van de onderstaande factoren (Künast, 1981b):

- aanwezigheid van het gewenste broedsubstraat;
- hoeveelheid voedsel voor de volwassen fruitvlieg;
- klimatologische omstandigheden binnen en buiten de stallen;
- mogelijkheid tot het binnenvliegen van fruitvliegen.

Met behulp van deze kennis kan preventie van fruitvliegenoverlast op verschillende manieren plaatsvinden.

- Het voorkomen dat de juiste broedplaats ontstaat door de voedingsbodem minder aantrekkelijk of ongeschikt te maken voor het leggen van eieren, of door de kieren, gaten et cetera te dichten.
- Nemen van hygiënemaatregelen waardoor het broedsubstraat zoveel mogelijk wordt weggenomen en de hoeveelheid voedsel vermindert.
- Voorkomen dat het juiste klimaat om te broeden aanwezig is.
- Binnenvliegen van fruitvliegen voorkomen.

Naast deze preventie zijn er nog andere mogelijkheden:

- De vliegen bij hun eigenlijke broedplaats weglukken door een beter alternatief te bieden. Wanneer de fruitvliegen op de door de mens geplaatste broedplaatsen gaan broeden, dan zijn deze broedplaatsen gemakkelijk te verwijderen.
- Het bestrijden van de eieren, larven, poppen of adulten (volwassen fruitvliegen).

In de volgende paragrafen worden verschillende alternatieven voor chemische bestrijding weergegeven. De invloed van reinigen, de toepasbaarheid van de verschillende natuurlijke vijanden, de werking van niet-chemische insectenvallen, mogelijkheden voor het toepassen van genetisch defecte fruitvliegen en de mogelijke werking van combinaties van niet-chemische bestrijdingsmethoden worden uitgelegd en besproken.

4.2.1 Hygiënemaatregelen

Bij aanpak van het fruitvliegenprobleem dient als eerste gekeken te worden naar hygiëne. Door de hygiëne te verbeteren wordt het broedsubstraat weggenomen, wordt de hoeveelheid voedsel voor de volwassen fruitvlieg verminderd en worden minder fruitvliegen de stal in gelokt.

De verschillende *Drosophila*-soorten hebben hun eigen voorkeuren voor broedplaatsen; *D. funebris* legt haar eieren in rottende planten en in mest. *D. hydei* en *D. busckii* leggen hun eieren het liefst in rottend plantenmateriaal. Intensief reinigen van stallen heeft tot gevolg dat de broedplaatsen weggehaald worden. Daardoor kunnen de reeds gelegde eieren niet in de stallen tot ontwikkeling komen. Zodoende wordt de levenscyclus van de (fruit)vliegen binnen de stallen doorbroken.

Mest en voerresten zijn de voornaamste broedplaatsen. Vooral onder en in de buurt van de voertroggen en onder de tussenschotten tussen de hokken zijn vaak broedplaatsen van fruitvliegen te vinden. Door holle plaatsen met cement op te vullen, opstapeling van mest en voer aan de zijkant van de mestput te voorkomen en door de mest zo droog mogelijk te houden, kunnen een aantal broedplaatsen en daarmee grote

aantallen (fruit)vliegen, voorkomen worden (De Deken, 1991).

Op sommige bedrijven kan alleen al door verbeterde hygiëne de vliegenplaag onder controle worden gehouden (Künast, 1981b)

4.2.2 Natuurlijke vijanden

Bij onbeperkt vermeerderen van de fruitvliegen kunnen binnen een zeer korte tijd de stallen zijn "gevuuld" met fruitvliegen. Gelukkig vindt dit nooit plaats. Natuurlijke regelmechanismen hebben invloed op het aantal aanwezige fruitvliegen en zorgen als het ware voor een evenwicht in de populatie. Naast de al genoemde beperkingen van voer en broedplaatsen hebben ook roofdieren, parasieten en infectieziekten hun uitwerking op de omvang van de populatie fruitvliegen. Enkele voorbeelden van natuurlijke vijanden zijn in de volgende paragrafen weergegeven.

4.2.2.1 Bacteriën

Bacillus thuringiensis is een bacterie met een pathogene werking voor insecten. Wanneer de bacterie in de voedingsbodem van de larf zit, worden de larven sterk beschadigd. De volwassen fruitvlieg ondervindt weinig last van de bacterie. Voor landbouwhuisdieren verliest deze bacterie bij opname via het voer gedeeltelijk haar pathogeniteit, vermoedelijk bij de darmpassage. Deels kan ze haar pathogeniteit wel bewaren (De Deken, 1982).

In een proef van Jespersen (1985) werd Muscabac, een microbiologisch insecticide dat *Bacillus thuringiensis* bevat, uitgeprobeerd op haar effectiviteit voor het onder controle houden van (huis)vliegenlarven in mest. Muscabac werd toegediend over de mest. De effectiviteit was goed mits er geen extra mestlaag overheen kwam. Gebeurde dit wel, dan was er geen effectiviteit van deze microbiologische insecticide. Onder natuurlijke omstandigheden zal er waarschijnlijk geen effectiviteit zijn. Hoe de effectiviteit is van deze bacterie ten opzichte van fruitvliegen is onbekend. Mogelijkerwijs verliest de bacterie ook haar werking wanneer de voedingsbodem van de larven aangevuld wordt met voer en dus afdekking van de bacterie plaatsvindt. De Deken en Geerts (1982) vermelden dat het gebruik van pro-

ducten met de hierboven genoemde bacterie gepaard gaat met een vermindering in voeropname van het varken. Dit is dus geen alternatief om in de varkenshouderij toe te passen.

4.2.2.2 Schimmels

De schimmel *Entomophthora* (*Empusa*) *muscae* is pathogeen voor de huisvlieg (*Musca domestica*). Vooral in het najaar zijn er huisvliegen met een sterk gebogen en verlengd achterlijf. (Ashburner en Thompson, 1978). Deze huisvliegen zijn waarschijnlijk besmet met de schimmel. Door toevallige aanraking van de vlieg met een spore van de schimmel, kan de schimmel op de vlieg verder kiemen. Vervolgens dringt hij de chitinehuid binnen. De schimmel verspreidt zich inwendig door het gehele lichaam van de vlieg, waarna de vlieg sterft. De achtergebleven dode vliegen laten sporen achter, waardoor weer andere vliegen besmet kunnen worden (Künast, 1981a; Kühn, 1983).

Vooral bij vochtig weer gedijt de schimmel goed. Daarentegen overleeft de schimmel niet bij warmte. In stallen waar de ramen worden afgeschermd tegen zonlicht krijgen de vliegen geen kans om zich van de schimmel te ontdoen. Observaties in afgeschermd stallen gaven een hoger infectieniveau met de schimmel aan dan observaties in vergelijkbare, niet afgeschermd stallen. Het type stal, al dan niet afgeschermd tegen zonlicht, geeft geen verschil in het aantal geïnfecteerde vliegen (Olesen, 1985). Ashburner en Thompson (1978) vermelden dat de *Entomophthora* lethaal kan zijn voor de fruitvlieg. De *Entomophthora muscae* (een isolaat van *Pollenia rudis*) is onder laboratoriumomstandigheden voor 100% infectieus voor de huisvlieg (*M. domestica*). Voor *D. melanogaster* is dezelfde soort in veel mindere mate pathogeen. Slechts 11% van de fruitvliegen wordt geïnfecteerd met *E. muscae* (Steinkraus en Kramer, 1987). Mogelijk is dit te wijten aan morfologische verschillen zoals de grootte en behaardheid van de vlieg. Een *E. muscae*-soort is ook in staat om *D. hydei* (Turian en Wuest, 1969), *D. repleta* en *D. melanogaster* (Goldstein, 1927) te infecteren. De vliegenschimmel *E. muscae* doodt vooral oudere vliegen,

waardoor het leggen van de volgende generatie (bijna) niet belemmerd wordt en er een volgende generatie vliegen tot ontwikkeling kan komen. De werking van de verschillende typen *E. muscae* op verschillende *Drosophila*-soorten is onbekend.

Een andere schimmel, de *Aspergillus*, die vooral voorkomt op levensmiddelen en vruchten, scheidt toxinen uit die een dodelijke werking hebben op zowel de vliegenlarf als de volwassen huisvlieg zelf (naar Künast, 1981). In hoeverre welke *Aspergillus* infectieus is voor de welk soort *Drosophila* lijkt niet bekend.

Onderzoek zou moeten uitwijzen welke schimmels infectieus zijn voor de verschillende *Drosophila*-soorten en in hoeverre deze bij kunnen dragen aan de bestrijding van de *Drosophila*-soorten in varkensstallen.

4.2.2.3 Mijten

Van mijten en mijtenlarven is bekend dat zij eieren en larven van het eerste larvale stadium als voedsel gebruiken (Pereira en Decastro, 1945 (bewerkt door Künast, 1981a)). Enkele predatoren van verschillende vliegensoorten zijn *Macrocheles muscae-domesticae*, *M. robustulus* en *M. subradius*. Mijten zijn bekend om hun snelle vermeerdering. Vraat aan eieren en larven van de vliegensoorten *M. domestica* (huisvlieg) en *Fannia canicularis* (kleine huisvlieg) is bekend (Axtell (bewerkt door Keilbach, 1978)). In een kleinveestal is in een onderzoek een plaag van *Fannia canicularis* onderdrukt en na enige tijd zelfs uitgeroeid door mijten (Keilbach, 1978).

Het is nog niet duidelijk welke soort mijt predateert op welke soort *Drosophila* en in hoeverre dit toepasbaar is in varkensstallen. Onderzoek hiernaar zou moeten uitwijzen of mijten gebruikt kunnen worden om fruitvliegenuitval in varkensstallen te kunnen beperken.

4.2.2.4 Nematoden

Het toedienen van nematoden (bodemaaltjes) kan, op die plaatsen waar larven aanwezig zijn, het aantal huisvliegen in stallen verminderen. Nematoden hebben een parasiterende werking op insectenlarven. De nematoden die parasiteren op fruitvliegen behoren tot de *Steinernematidae* en de

Heterorhabditidae. Aan de werking van nematoden kleven wel nadelen. Volgens Renn (1995) zijn nematoden niet effectief wanneer ze rechtstreeks op de mest worden gespoten. Daarnaast bleek uit een onderzoek van Arevad (1985) dat het gebruik van nematoden geen invloed heeft op de huisvliegenlarven die enkele millimeters onder het oppervlak van het substraat verblijven. Zeer grote hoeveelheden nematoden waren nodig om effectief te zijn tegen de larven van *M. domestica*, waardoor dit een kostbare wijze van vliegenbestrijding wordt. Belton et al. (1987) zagen wel een effect van nematoden op de aanwezigheid van huisvliegen op kippenmest. In een kleine pilotproef in varkensstallen van het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen leek *Steinernema feltiae* iets beter werkzaam te zijn tegen *Drosophila hydei* dan *Heterorhabditis megidis*. Het uiteindelijke effect van de nematoden op de hoeveelheid fruitvliegen is waarschijnlijk niet groot. Doordat het gemorste voer weer over de nematoden heen komt, bevinden ze zich na verloop van tijd onder het oppervlak van het substraat, waardoor de nematoden niet effectief zijn tegen larven.

4.2.2.5 Sluipwespen

Sluipwespen zijn voor de meeste insecten de belangrijkste dierlijke antagonisten. Sluipwespen steken vliegenlarven en leggen hun eieren erin. De larven doden de huisvliegen in het popstadium. De larf en pop worden gebruikt als voedselbron en daardoor uiteindelijk gedood (Künast, 1981b). Onder natuurlijke omstandigheden kunnen sluipwespen in de buurt van insecten voorkomen. Uit studie op enkele varkenshouderijbedrijven bleek dat niet in alle stallen de sluipwesp van nature aanwezig was (Van der Burgt, 1996). Godoy-Herrera en Silva-Cuadra (1998) en Carton en Sokolowski (1994) vonden in hun onderzoek dat de larven die zich dieper in de voedingsbodem verpoppen, minder geparasiteerd worden door de sluipwesp *Pechycrepoideus vindemniae* dan de larven die zich aan het oppervlak verpoppen. Delpeuch et al. (1994) beschrijven juist het tegenovergestelde. Tegenstrijdig zijn ook de

effecten van sluipwespen op de huisvliegenpopulatie (Rutz en Axtell, 1980; Roelofs et al., 1998; Morgan, 1980; Künast, 1981b). Mogelijke oorzaken voor de tegenvallende resultaten van het gebruik van sluipwespen kunnen zijn dat de larven van de *Drosophila* verschillende verdedigingsreacties hebben tegen parasieten, zoals het mechanisme tot inkapselen en het aanwezig zijn van bepaalde toxinen (Carton et al., 1986).

Doordat sluipwespen een langere ontwikkelingstijd doormaken (Carton et al., 1986) en minder eieren produceren dan fruitvliegen (Nøstvik, 1954), kan de aanwezigheid van sluipwespen een fruitvliegenplaag waarschijnlijk niet voorkomen.

4.2.2.6 Spinnen

De spin *Philodromus rufus* jaagt op *Drosophila*-adulten (Haynes en Sisojevic, 1966). Deze spinnen kunnen ingezet worden bij het verminderen van fruitvliegenplagen. De werkzaamheid wordt echter betwist. Fruitvliegen zweven in de buurt van het voer. Juist op die plaats kunnen de webben van spinnen gemakkelijk kapotgemaakt worden door de varkens en de varkenshouder. De spinnen zullen daardoor weinig kans hebben om een prooi te vangen. De mate van overleving in de buurt van het voer is daardoor voor spinnen beperkt.

4.2.2.7 Vogels

Insectenetende vogels als boerenzwaluwen (*Hirundo rustica*), spreeuwen (*Lamprolornis purpureus* en *Sturnus tristis*, respectievelijk de purperglansspreeuw en de treurspreeuw) en Japanse nachtegale (*Leiothrix lutea*) kunnen een bijdrage leveren aan het verkleinen van het aantal aanwezige huisvliegen. (Anonymous, 1978; Turner, 1989; Roelofs et al., 1998). Het brillenvogeltje (*Zosterops*) is een liefhebber van fruitvliegen. Onbekend is welke invloed dit vogeltje heeft op de populatie fruitvliegen wanneer het wordt losgelaten in de stal.

Het binnenbrengen van vogels in de stal brengt dierziektekundig gezien risico's met zich mee. Daarnaast kan de vogelmest een bezwaar zijn voor het aanschaffen van vogels (Roelofs et al., 1998). De huidige regelgeving legt beperkingen op aan het

binnenhalen van dieren in de stal, waaronder de vogel, waardoor deze methode niet mag worden toegepast.

4.2.3 Vallen

Vallen zijn opgebouwd uit een lokstof en een dodingsmiddel of kleefplaten (Künast, 1981a).

4.2.3.1 Lokstoffen

D. hydei wordt bij keuze uit een aantal verschillende soorten fruit vooral aangetrokken door de meloen (Oakeshott et al., 1982; Atkinson en Shorrock, 1977) en ook door bier en wijn (Wheeler, 1971). Künast en Künast (1986) ontdekten dat zuivere suiker, suikerhoudende verbindingen, karnemelk, sterk ruikende kazen en vooral lichte malt-extracten een sterke aantrekkingskracht hebben op *D. funebris*. Van Alphen gaf aan dat deze fruitvliegensoort ook wordt aange trokken door rottend plantenmateriaal.

Andere lokstoffen zijn feromonen, in dit geval aggregatieferomonen; deze lokstoffen worden geproduceerd door mannetjes en tijdens het paren door het mannetje doorgegeven aan het vrouwtje. De feromonen lokken zowel mannelijke als vrouwelijke fruitvliegen aan (Moats et al., 1987).

Feromonen kunnen toegepast worden in de bestrijding van de overlast door fruitvliegen. Door de vrouwtjes met behulp van feromonen weg te lokken vanuit de eigenlijke, vaak niet bereikbare, broedplaats naar een wel bereikbare broedplaats, kunnen de broedplaatsen en daarmee de eieren op een relatief eenvoudige wijze verwijderd worden. Ook kunnen de fruitvliegen in een val gelokt worden, waardoor ze zich alleen nog in de val zelf kunnen voortplanten. Deze methode wordt ook wel mass-trapping genoemd. Nadeel van het gebruik van aggregatieferomonen is dat er ook een kans bestaat op het aantrekken van *Drosophila*'s van buiten de stal.

De samenstelling van het aggregatieferomoon van *D. hydei* is gedeeltelijk bekend (Moats et al., 1987). De samenstelling van het aggregatieferomoon van *D. funebris* is niet bekend (B. Wertheim, persoonlijke mededeling).

4.2.3.2 UV-lichtvallen

Ultraviolet-lichtvallen worden vaak gecombineerd met een elektrocutieval. Het UV-licht lokt insecten aan. Voor het UV-licht is een rooster onder spanning geplaatst. Willen de vliegen bij de lamp komen dan moeten ze eerst een rooster passeren dat onder elektrische stroom staat. Zodra ze door dat rooster vliegen worden ze door de stroom gedood. De meningen lopen uiteen voor wat betreft de werking van de elektrocutieval. Pickens et al. (uit Künast, 1981a) spreekt van vallen die de vliegenplaag kunnen indammen. Bij proeven van Roelofs et al. (1998) daarentegen bleken de elektrocutievallen zo weinig huisvliegen te vangen dat ze uit de afdelingen zijn gehaald. Volgens onderzoeken en bevindingen van Heimbucher (uit Künast, 1981a) dragen elektrocutievallen niet bij aan het werkelijk onder controle houden van de plaag. In de praktijk zijn er geen goede ervaringen met deze apparaten en fruitvliegen voorhanden. De werking van elektrocutievallen is afhankelijk van factoren als temperatuur, lichthoeveelheid, hoogte van aanbrengen van de val, leeftijd en geslacht van de vliegen (Pickens et al., 1969 (uit Künast, 1981a) en Morgan en Pickens, 1968). Door de grootte van de fruitvlieg lijken deze lichtvallen weinig effectief.

4.2.3.3 Kleefplaten

Vliegen worden door een geur en/of kleur naar een strook papier (platen) gelokt. De platen zijn bedekt met een lijmlaag. Zodra een insect op de plaat rust of er tegenaan vliegt, kleeft het insect aan de kleefplaat om vervolgens door uitdroging te sterven. Kleefplaten kunnen snel hun effectiviteit verliezen. Stof kan de werking van deze platen reduceren. Ook zijn de platen binnen korte tijd bedekt met insecten, waardoor ze geen werking meer hebben voor de overgebleven insecten. De ophangplaats van deze platen is vooral voor de fruitvlieg van grote invloed. Een fruitvlieg lijkt minder snel de neiging te hebben om op een hangende kleefplaat te rusten dan een huisvlieg. Waarnemingen in een guste-zeugenafdeling van het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen lieten zien dat fruitvliegen van de soort

D. hydei vooral gevangen werden op kleefplaten die horizontaal in de schaduw geplaatst waren. Kleefplaten dragen waarschijnlijk weinig bij aan de oplossing van het fruitvliegenprobleem. Het aantal gevangen fruitvliegen was in het onderzoek klein naar verhouding van het aantal aanwezige fruitvliegen. Daarbij is de vermeerderingssnelheid van de fruitvlieg waarschijnlijk te hoog om daadwerkelijk een vermindering van het aantal fruitvliegen te bewerkstelligen.

4.2.3.4 Combinaties

De meeste effectiviteit wordt doorgaans behaald door twee methoden toe te passen. Er zijn voorbeelden bekend van combinaties van reinigen en lokstoffen of reinigen en het gebruik van insecticide. Wanneer de methoden toegepast worden is het belangrijk om gelijktijdig het opnieuw binnendringen van (fruit)vliegen te voorkomen. Daarnaast zullen te allen tijde hygiënemaatregelen uitgevoerd moeten worden om een volgende (fruit)vliegenplaag te voorkomen (Künast, 1981a). Een combinatie van nematoden en feromonen in vallen leidt tot minder huisvliegen. De feromonen lokken de huisvliegen, waarna de nematoden vervolgens parasiteren op de larven (Renn, 1998). Of deze methode ook werkzaam is bij fruitvliegen is niet bekend.

4.2.4 Genetisch defecte fruitvliegen

Genetisch defecte fruitvliegen zijn fruitvliegen die door straling of met behulp van mutagene stoffen genetische defecten vertonen. Uit paringen tussen genetisch defecte of genetisch beschadigde fruitvliegen en gewone fruitvliegen kunnen nakomelingen voortkomen waarbij vroegtijdige sterfte optreedt. Het kan ook gebeuren dat er geen nakomelingen kunnen voortkomen, doordat de 'defecte' fruitvliegen steriel zijn.

Het aantal losgelaten 'defecte' mannelijke of vrouwelijke fruitvliegen zal het aantal aanwezige 'normale' mannetjes of vrouwtjes sterk moeten overtreffen om tot een gewenst effect te leiden (Künast, 1981). Dit kan leiden tot meer overlast van fruitvliegen.

Daarnaast blijft de kans op een fruitvliegenplaag aanwezig doordat paringen tussen twee niet genetisch defecte fruitvliegen leidt tot weer meer niet genetisch defecte fruitvliegen, waardoor de kans op paringen tussen twee niet genetisch defecte fruitvliegen weer toeneemt.

Een uitsluitend mannelijk nageslacht kan gemakkelijk gekweekt worden met behulp van in de natuur voorkomende mutaties in de seksedeterminatie. De Deken (1982) vermeldt in zijn literatuuroverzicht dat resistentievorming tegen bestraling reeds is aangetoond.

5 CONCLUSIES

Alternatieven voor chemische bestrijding van fruitvliegen zijn op een rijtje gezet en besproken. Het nemen van hygiënemaatregelen, waarbij zeker ook gedacht moet worden aan het dichten van allerlei mogelijke gaten en kieren in de buurt van de voertrogen, lijkt de meest succesvolle methode te zijn voor het reduceren van het aantal fruitvliegen. Met deze methode wordt de levenscyclus van de fruitvlieg doorbroken, worden broedplaatsen verwijderd en wordt de hoeveelheid voedsel voor de volwassen fruitvlieg verminderd. Bovendien worden fruitvliegen van buitenaf niet langer sterk gelokt

door de geur van voedsel. Regelmatig de afdelingen schoonspuiten en de mest verwijderen of drogen draagt ook bij aan het verkleinen van het fruitvliegenprobleem. Het moeilijkst blijft het verwijderen van voerresten in stro bij aanwezigheid van de dieren en verwijderen van voerresten bij varkensplaatsen met beschadigingen en gaten en kieren. Om de broedplaatsen daar aan te pakken kan gedacht worden aan toekomstige oplossingen als het toepassen van nematoden of het plaatsen van feromonenvallen. Toekomstig onderzoek is nodig om de werking van deze methoden vast te stellen.

LITERATUUR

- Anonymous 1978. *Een biologische methode ter bestrijding van vliegenoverlast in varkensstallen met behulp van Japanse nachtegaalen?* In: Tijdschrift voor Diergeneeskunde (103), nr. 24, p. 1345.
- Allemand, R., Y. Cohet en J. David 1973. *Increase in the longevity of adult Drosophila melanogaster kept in permanent darkness.* In: Experimental Gerontology, volume 8, p. 279-283.
- Arevad, K. 1985. *Entomopathogenic nematodes for fly control.* In: Danish Pest Infestation Laboratory Annual Report, nr. 86, p. 57-58.
- Arthur, W. 1986. *On the complexity of a simple environment: competition, resource partitioning and facilitation in a 2-species Drosophila system.* Philosophical Transactions. Royal Society of London, Series B, nr. 313, p. 471-508.
- Ashburner, M. en J.N. Thompson jr. 1978. *H1: The laboratory culture of Drosophila.* In: The Genetics and Biology of Drosophila, Volume 2a. Edited by Ashburner M. and T.R.F. Wright, London Academic Press.
- Atkinson, W.D. 1979. *A comparison of the reproductive strategies of Domestic species of Drosophila.* In: Journal of Animal Ecology, nr. 48, p. 53-64.
- Atkinson, W.D. 1981. *An ecological interaction between citrus fruit, Penicillium moulds and Drosophila immigrans Sturtevant (Diptera: Drosophilidae).* Ecological Entomology nr. 6, p. 339-344.
- Atkinson, W. en B. Shorrocks 1977. *Breeding site specificity in the domestic species of Drosophila.* In: Oecologia (Berl.) nr. 29, p. 223-232.
- Belton, P., T.A. Rutherford, D.B. Trotter en J.M. Webster 1987. *Heterorhabditis heliothidis: a potential biological control agent of houseflies in caged-layer poultry barns.* In: Journal of Nematology (19), nr. 2, p. 263-266.
- Boers, J.M. 1996. *Drosophila busckii als vector van Erwinia carotovora subsp. carotovora in de witloftrek.* In: Afstudeerverslag Landbouwniversiteit Wageningen, Vakgroep Fytopathologie, Wageningen.
- Bollow, H. 1958. *Welcher Schädling ist das? Vorrats-, Material-, Haus- und Gesundheitsschädlinge.* Kosmos Stuttgart.
- Burla, H. 1951. *Systematik, Verbreitung und Ökologie der Drosophilaarten der Schweiz.* Revue Suisse de Zoologie, nr. 58, p. 23.
- Bram, R.A. 1978. *Surveillance and Collection of Arthropods of Veterinary Importance.* U.S. Department of Agriculture, Agricultural handbook Nr. 518.
- Burgt, W. van der 1996. *Onderzoek naar het inzetten van sluipwespen als oplossing voor het Drosophila-probleem in varkensstallen.* In: Stageverslag Vakgroep Entomologie LUW nr. 30-96.
- Campbell, J., R. Williams en R. Moon 1989. *A Guide for Fly Control Around Swine Facilities.* In: Pork Industry Handbook, volume 121.
- Carton, Y., M. Boulétreau, J.J.M. van Alphen en J.C. van Lenteren 1986. *The Drosophila parasitic wasps.* In: The Genetics and Biology of Drosophila, volume 3e. Edited by Ashburner M., M.L. Carson and J.R. Thompson (jr.), London Academic Press.
- Carton, Y. en M.B. Sokolowski 1994. *Parasitization of embedded and nonembedded Drosophila melanogaster (Diptera: Drosophilidae) pupae by the parasitoid Pachycrepoideus vindimniae (sic) (Hymenoptera: Pteromalidae).* In: Journal of Insect Behaviour, vol. 7, nr. 1, p. 129-131.
- Deken, R. de en S. Geerts. 1982. *Vliegen in dierenstallen: Problemen in verband met insecticide resistentie en bestrijding: Literatuuroverzicht.* In: Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift (51), nr. 6, p. 524-535.

- Deken, R. de 1991. *Vliegenoverlast en vee-stallen*. In: Agricontract, nr 224, p. (VIIIc)1-(VIIIc)7.
- Delpeuch, J.M., F. Frey en Y Carton 1994. *Genetic and epigenetic variation in suitability of a Drosophila host to three parasitoid species*. In: Canadian Journal of Zoology, volume 72, nr.11, p.1940-1944.
- Ewing, W.H. 1962. *Sources of Escherichia coli cultures that belonged to O antigen groups associated with infantile diarrheal disease*. In: Journal Infectious Diseases., volume 110, p. 114-120.
- Fairbanks, L.D. en G.E. Burch 1970. *Rate of water loss and water and fat content of adult Drosophila melanogaster of different ages*. In: Journal of Insect Physiology, volume 16, p. 1429-1436.
- Godoy-Herrera, R., R. Santander en J. Figueroa 1994. *A developmental and biometrical analysis of larval photoresponse of Drosophila*. In: Animal Behaviour, volume 48, p. 251-262.
- Godoy-Herrera, R. en J. Silva-Cuadra 1998. *The behaviour of sympatric Chilean populations of Drosophila larvae during pupation*. In: Genetics and Molecular Biology, volume 21, nr 1, p. 31-39.
- Goldstein, B. 1927. *An Empusa Disease of Drosophila*. In: Mycologia, volume 19, nr. 3, p. 97-109.
- Greenberg, B. 1971. *Flies and Disease, I*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Greenberg, B. 1973. *Flies and Disease, II*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Harrington, L.C. en R.C. Axtell 1994. *Comparisons of sampling methods and seasonal abundance of Drosophila Repleta in caged-layer poultry houses*. In: Medical and Veterinary Entomology, nr. 8, p. 331-339.
- Harwood, R.F. en T.J. James 1979. *Entomology in Human and Animal Health*. Macmillan Publishing Co., Inc. Zevende editie.
- Haynes, L. en P. Sisojevic 1966. *Predatory behavior of Philodromus rufus Walckenaer*. In: The Canadian Entomologist, (98), nr. 2, p. 113-133.
- Hess, O. 1976. *H30: Genetics of Drosophila hydei Sturtevant*. In: The Genetics and Biology of Drosophila, volume 1c. Edited by Ashburner M. and E. Novitski, Academic Press London.
- Hodge, S., R. Campbell-Smith en N. Wilson 1996. *The effects of resource acidity on the development of Drosophila larvae*. In: The Entomologist (115) nr. 3, p. 129-139.
- Janssen, A., N. Roodbol, K. Bakker en J.J.M. van Alphen 1988. *A functional analysis of microhabitat preference of Drosophila parasitoids*. Colleques de l'INRA, volume 48, p. 57-58. In: Parasitoid Insects, European Workshop (1987), Lyon, France.
- Jespersen, J.B. 1985. *Bacillus Thuringiensis var thuringiensis*. In: Danish Pest Infestation Laboratory. Annual Report, nr. 86, p. 56.
- Keilbach, R. 1978. *Zusammenbruch einer Plage der Kleinen Stubenfliegen (Fannia canicularis) durch den phoretischen Parasiten Macrocheles muscaedomesticae im Kleintierstall*. In: Angewandte Parasitologie, nr. 19, p. 221-223.
- Kühlhorn, F. 1964. *Über die Dipterenfauna des Stallbiotops*. In: Beiträge zur Entomologie, volume 14, nr. 1 / 2, p 85-118.
- Kühlhorn, F. 1983. *Dipterenfeinde in Ställen*. In: Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, volume 56, p. 109-113.
- Künast, C. 1981a. *Nicht-chemische Kontrolle von Fliegen im Stall*. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, volume 58, nr. 4, p. 496-506.

- Künast, C. 1981b. *Das Stallfliegenproblem*. In: Tierärztliche Umschau, volume 36, nr. 8, p. 537-549.
- Künast, C. en C. Künast 1986. *Köder zur Fliegenbekämpfung - vergleichende Untersuchungen in Labor und Stall*. In: Zeitschrift für Angewandte Zoologie, volume 73, nr. 4, p. 481-512.
- Lamb, M.J. 1979. *H20: Ageing*. In: The Genetics and Biology of *Drosophila*, volume 2c. Edited by Ashburner M. and T.R.F. Wright, London Academic Press.
- Moats, R.A., R.J. Bartelt, L.L. Jackson en A.M. Schaner 1987. *Ester and ketone components of aggregation pheromone of Drosophila hydei (Diptera: Drosophilidae)*. In: Journal of Chemical Ecology, volume 13, nr. 3, p. 451-462.
- Morgan, P.B. 1980. *Sustained releases of Spalangia endius Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) for the control of Musca domestica L. and Stomoxys calcitrans L. (Diptera: Muscidae)*. In: Journal of the Kansas Entomological Society, volume 53, nr. 2, p. 367-372.
- Morgan, N.O. en L.G. Pickens 1968. *Influence of air temperature on the attractiveness of electric lamps to houseflies*. In: Journal of Economic Entomology, volume 61, nr. 5, p. 1257-1259.
- Nøstvik, E. 1954. *Biological studies of Pachycrepoideus dubius Ashmead (Chalcidoidea, Pteromalidea), a pupal parasite of various Diptera*. In: Oikos, volume 5, p. 195-204.
- Oakeshott, J.G., T.W. May, J.B. Gibson en D.A. Wilcocks 1982. *Resource Partitioning in Five Domestic Drosophila Species and its Relationship to Ethanol Metabolism*. In: Australian Journal of Zoology, nr. 30, p. 547-556.
- Olesen, U.S. 1985. *Entomophthora muscae infecting houseflies*. In: Danish Pest Infestation Laboratory. Annual Report, nr. 86, p. 56-57.
- Papp, L. 1974. *Dipterological studies in some Hungarian large-scale pig farms*. In: Acta-Agronomica-Academiae-Scientiarum-Hungaricae, volume 23, nr. 1-2, p. 136-147.
- Parsons, P.A. en S.M. Stanley 1981. *H9: Domesticated and Widespread Species*. In: The Genetics and Biology of *Drosophila*, volume 3a. Edited by Ashburner M., M.L. Carson and J.R. Thompson (jr.), London Academic Press.
- Patterson, J.T. en W.S. Stone 1952. *Evolution in the genus Drosophila*. MacMillan, New York.
- Ransom, R. 1982. *A handbook of Drosophila development*. Elsevier Biomedical Press. Amsterdam, The Netherlands.
- Renn, N. 1995. *Mortality of Immature Houseflies (Musca domestica L.) in Artificial Diet and Chicken Manure after Exposure to Encapsulated Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae)*. In: Biocontrol Science and Technology, nr. 5, p. 349-359.
- Renn, N. 1998. *The efficacy of entomopathogenic nematodes for controlling housefly infestations of intensive pig units*. In: Medical and Veterinary Entomology, volume 12, p. 46-51.
- Ribbeck, R., P. Betke, P. Müller, Schumann en Th. Hiepe 1987. *Stallfliegen - Schadwirkung und Bekämpfung in der intensiven Tierproduktion*. In: Monatshefte für Veterinärmedizin, deel 42, nr. 14, p. 517-521.
- Roberts, D.B. 1986. *Drosophila: a practical approach*. IRL Press, Oxford, UK.
- Roelofs, P.F.M.M., J.J.W. Nijskens, P.C. Vesseur en J.G. Plagge 1998. *Vliegenbestrijding in varkensstallen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, Proefverslag P1.208.
- Rutz, D.A. en R.C. Axtell 1980. *House Fly (Musca domestica) Parasites (Hymenoptera: Pteromalidae) associated with Poultry Manure in North Carolina*. In: Environmental Entomology, volume 9, nr. 2, p. 175-180.

Shorrock, B. 1972. *Invertebrate Types: Drosophila*. Ginn and Company, London.

Steinkraus, D.C. en J.P. Kramer 1987. *Susceptibility of sixteen species of Diptera to the fungal pathogen Entomophthora muscae (Zygomycetes: Entomophthoraceae)*. In: Mycopathologia, nr. 100, p. 55-63.

Turner, A. 1989. *Hoeveel insecten vangt een boerenwaluw?* In: Vogels (9), nr. 52, p. 156-159.

Wibaut-Isebree Moens, N.L. en M.N. Stork 1935. *Insecten in Huis. Levenswijze en bestrijding*. Nijgh & Van Ditmar N.V. Rotterdam.

Wheeler, M.R. 1971. *Keys to Adult Flies*. In: Flies and Disease, Volume I. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Wheeler, M.R. 1981. *H1: A taxonomic Overview*. In: The Genetics and Biology of Drosophila, volume 3a. Edited by Ashburner M., M.L. Carson and J.R. Thompson (jr.), London Academic Press.

Weyer, F. en F. Zumpt 1952. *Grundriss der Medizinischen Entomologie*, derde oplage, Arbeitsgemeinschaft Medizinischer Verlage G.M.B.H., Leipzig.

Yerrington, A.P. en R.M. Warner 1961. *Flight distances of Drosophila determined with radioactive phosphorus*. Journal of Economic Entomology, volume 54, p. 425-428.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P 1.241

Het praktisch en technisch functioneren van mestpanventilatie in kraamafdelingen. A.V. van Wagenberg, Roosenboom, J.H.C., Hoofs, A.I.J., Smolders, M.A.H.H. en Roelofs, P.F.M.M., mei 2000.

Proefverslag P 1.242

Gezondheidseffecten van stof in varkensstallen en de invloed van een aangepast ventilatiesysteem op de stofconcentratie. P.F.M.M. Roelofs en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.243

Effect van eiwitbron in speenvoer op de technische resultaten en gezondheid van biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.244

Het gebruik van een tarwespecifiek enzym in tarwerijke biggenvoeders. M.M. van Krimpen, Scholten, R.H.J. en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.245

Het toevoegen van perspulp aan droogvoer voor vleesvarkens. E.M.A.M. Bruininx, Scholten, R.H.J., Binnendijk, G.P., Roelofs, P.F.M.M., Verdoes, N. en Haaksma, J., augustus 2000.

Proefverslag P 1.246

De invloed van melkzuur op de technische en financiële resultaten en gezondheid van gespeende biggen. M.A.H.H. Smolders, Krimpen, M.M. van, Scholten, R.H.J. en Loo, D.J.P.H. van de, augustus 2000.

Proefverslag P 1.247

INTEGER. Een bedrijfscertificaat met geïntegreerd toezicht voor wet- en regelgeving en minimale markteisen. P.C. Vesseur, Hoff, H.M., Bokma-Bakker, M.H., Mul, M.F., Vleuten, C.W.J.M. van der, Kramer, F.B. en Verhagen, J.M.F., september 2000.

Proefverslag P 1.248

Het praktisch en technisch functioneren van grondkanaalventilatie in afdelingen voor

guste en drachtige zeugen. A.V. van Wagenberg, Rooseboom, J.H.C., Hoofs, A.I.J., Smolders, M.A.H.H. en Roelofs, P.F.M.M., september 2000.

Proefverslag P 1.249

De gevolgen van een verlengde gustperiode of een verkorte zoogperiode op de reproductieresultaten van zeugen. G.P. Binnendijk, Hoofs, A.I.J. en Peet-Schwering C.M.C. van der, oktober 2000.

Proefverslag P 1.250

Het gebruik van neusringen en mogelijke alternatieven om beschadigend wroetgedrag bij zeugen met weidegang te voorkomen. M.F. Mul en Spoolder, H.A.M., november 2000.

Proefverslag P 1.251

Aanwijzingen voor oorzaken voor de toename van het aandeel afgekeurde levers bij vleesvarkens. J.H. Huiskes en Zonderland, J.J., december 2000.

Proefverslag P 1.252

Gebruikswaarde van I&R-oormerktransponders en randapparatuur. J.H. Huiskes, Binnendijk, G.P. en Diepstraten, H.J.A., december 2000.

Proefverslag P 1.253

De invloed van het afdekken van voerbakken op de stofconcentratie in afdelingen voor gespeende biggen. P.F.M.M. Roelofs en Binnendijk, G.P., december 2000.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 25,- per verslag (m.u.v. P 1.117, deze kost f 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen f 30,- per P 1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P 1.117, deze kost f 75,-). Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f 300,- per jaar. Buitenlandse abonnees betalen f 375,- per jaar.

